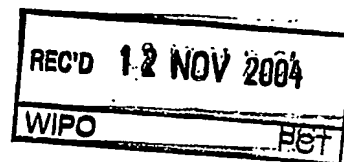


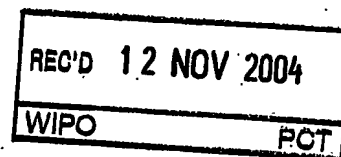
PCT/EP 2004/010106

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung



**Aktenzeichen:** 103 50 154.1

**Anmeldetag:** 28. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von  
Werkstücken mittels Innenhochdruckumformung

**IPC:** B 21 D 26/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 07. Oktober 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Remus

DaimlerChrysler AG

Lierheimer

22.10.2003

Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Werkstücken mit-  
tels Innenhochdruckumformung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum simultanen Herstellen von wenigstens zwei voneinander getrennten Werkstücken mittels Innenhochdruck- oder Hydroumformung, gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

10

Das Innenhochdruck-Umformverfahren, auch Hydroumformung genannt, beruht darauf, einen Rohling in Form eines Hohlprofils, zum Beispiel ein Rohr, in ein Umformwerkzeug einzulegen, den Rohling beidseitig abzudichten und derart mit Innen-  
15 hochdruck zu beaufschlagen, dass sich der Rohling an eine von ihm beabstandete Negativform des Umformwerkzeugs anschmiegt und so dessen Formkonturen annimmt. Auf diese Weise lassen sich Hohlkörper herstellen, die einerseits eine komplizierte Form aufweisen können, andererseits aber bei hoher Festigkeit  
20 eine geringe Wandstärke und damit ein geringes Gewicht besitzen. Aus ökonomischen Gründen ist es zweckmäßig, in einem Umformwerkzeug mehrere Werkstücke gleichzeitig herzustellen.

Aus der DE 197 16 816 C2 sind ein Verfahren sowie eine Vor-  
25 richtung der eingangs genannten Art bekannt. Dabei wird ein Rohling in ein Umformwerkzeug eingelegt, das mit seiner Innenwandung wenigstens zwei Negativformen für jeweils eines der Werkstücke sowie wenigstens einen Trennspalt aufweist. Dieser Trennspalt ist jeweils zwischen zwei Negativformen an-  
30 geordnet, läuft in Umfangsrichtung der Werkstücke vollständig

um und ist durch zwei voneinander beabstandete Schneidkanten begrenzt. Bei der bekannten Vorrichtung ist im jeweiligen Trennspace ein Werkzeugteil angeordnet, das im Trennspace relativ zum Werkstück positionierbar ist. Zum Umformen des Rohlings ist das Werkzeugteil so weit zum Inneren des Umformwerkzeugs hin verstellt, dass eine Innenkontur des Werkzeugteils bündig mit den Schneidkanten abschließt, so dass diese in der Innenwandung des Umformwerkzeugs versenkt und somit unwirksam sind. Das Umformen des Rohlings im Umformwerkzeug erfolgt mit einem Kalibrierdruck, der so gewählt ist, dass sich der Rohling in den Negativformen vollständig an die Innenwandung und somit auch an die Innenkontur des den Trennspace verschließenden Werkzeugteils anlegt. Nach diesem Umformvorgang erfolgt ein Trennvorgang, für den der Druck im Hohlkörper über den Kalibrierdruck erhöht wird. Während das im Trennspace angeordnete Werkzeugteil dem Kalibrierdruck noch Stand gehalten hat, wird es jetzt aufgrund des höheren Trenndrucks nach außen verdrängt. Erst durch diese Relativverstellung des Werkzeugteils werden die Schneidkanten freigelegt, wodurch dann ein zwischen den Schneidkanten und somit zwischen den beiden Werkstücken angeordneter Abschnitt herausgetrennt wird.

Die bekannte Vorrichtung bzw. das bekannte Verfahren arbeitet somit mit zwei aufeinanderfolgenden Phasen. In der ersten Phase werden die Werkstücke in üblicher Weise aus dem Rohling ausgeformt, wobei die Werkstücke nach dem Umformen noch einstückig aneinander ausgebildet sind. In der anschließenden zweiten Phase erfolgt dann mit Hilfe eines zusätzlich erhöhten Innendrucks die Trennung der beiden Werkstücke durch Freigeben von Schneidkanten.

Der Aufwand zur Bereitstellung von Werkstückteilen, die dem Kalibrierdruck standhalten und erst bei einem höheren Trenndruck die Schneidkanten freigeben, ist dabei relativ groß.

Des Weiteren sind aus der DE 197 47 607 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Lochen eines Werkstücks bekannt, wobei dessen eine Seite einem unter Hochdruck stehenden Druckmedium und dessen andere Seite der Einwirkung eines in einem Werkzeug geführten Stempels ausgesetzt wird und dieser eine am Werkzeug ausgebildete umlaufende Schneidkante freigibt, an der die Wand unter dem Einfluss eines zunehmenden Hochdrucks geschnitten wird.

10 Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für das simultane Herstellen von wenigstens zwei voneinander getrennten Werkstücken mittels Innenhochdruck- oder Hydroumformung eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die insbesondere preiswerter realisierbar ist.

15 Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

20 Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Schneidkanten bereits beim Umformen des Rohlings freiliegend anzuordnen und das Umformen so durchzuführen, dass dabei gleichzeitig die Trennung der Werkstücke erfolgt. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird somit die Trennung der Werkstücke  
25 in die Umformung integriert. Die Erfindung nutzt dabei die überraschende Erkenntnis, dass für die Umformung des Rohlings ein Werkstückteil, das den Trennspalt verschließt und eine versenkte Anordnung der Schneidkanten bewirkt, nicht erforderlich ist. Konsequenz wird beim erfindungsgemäßen Umformwerkzeug auf derartige Werkzeugteile zum Verschließen des  
30 Trennspalts verzichtet. Hierdurch ergibt sich eine vereinfachte und preiswertere Konstruktion für das Umformwerkzeug.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung kann eine  
35 Spaltweite des Trennspalts so dimensioniert sein, dass das Trennen der Werkstücke beim Kalibrierdruck erfolgt, bei dem sich der Rohling in den Negativformen vollständig an die In-

nenwandung anlegt. Mit diesem Vorschlag beschreitet die Erfindung einen prinzipiell anderen Weg bei der Auslegung der Verfahrensparameter sowie des Umformwerkzeugs. Bei der konventionellen zweiphasigen Vorgehensweise wird der Trennspalt im Umformwerkzeug so angebracht und dimensioniert, dass damit die gewünschte Trennung der wenigstens zwei Werkstücke bei einer entsprechenden Innendruckerhöhung durchführbar ist. Der Trennspalt wird hierzu mit Hilfe eines geeigneten Werkzeugteils für das Umformen des Rohlings verschlossen. Dabei werden die Haltekräfte zum Positionieren des Werkstückteils in Abhängigkeit des Kalibrierdrucks gewählt, der zum ordnungsgemäßen Umformen des Rohlings erforderlich ist, derart, dass sich das Werkstückteil beim Kalibrierdruck nicht verstellt und die Schneidkanten beim Umformen nicht freilegen kann. Für den Trennvorgang wird dann ein Trenndruck so hoch gewählt, dass das Werkzeugteil in den Spalt verdrängt, die Schneidkanten freilegt und der gewünschte Abschnitt zwischen den beiden ausgeformten Werkstücken ausgetrennt werden kann. Im Unterschied dazu wird bei der Erfindung die Spaltweite bzw. Spaltbreite in Abhängigkeit des Kalibrierdrucks ausgewählt, und zwar so, dass beim Kalibrierdruck gleichzeitig das Herausschneiden des Abschnitts zwischen den beiden Werkstücken erfolgt. Die Dimensionierung des Trennspalts erfolgt bei der Erfindung somit nicht willkürlich bzw. in Abhängigkeit geometrischer Zwänge, die sich durch die Positionierung der Negativformen im Umformwerkzeug ergeben, sondern in Abhängigkeit des Kalibrierdrucks. Dementsprechend richtet sich auch die Positionierung der Negativformen innerhalb des Umformwerkzeugs nach dem ermittelten Trennspalt und nicht umgekehrt.

Da beim erfindungsgemäßen Verfahren das Trennen der Werkstücke bereits beim Kalibrierdruck erfolgt, entfällt ein zweistufiges Verfahren, wodurch die Herstellung insgesamt vereinfacht wird.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

5 Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

10

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile  
15 beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

20

Fig. 1 bis 3 Schnittansichten durch ein Umformwerkzeug im Bereich eines Trennspalts bei unterschiedlichen Zuständen eines Herstellungsvorgangs.

25

Entsprechend den Fig. 1 bis 3 umfasst eine Umform- und Trennvorrichtung 1 nach der Erfindung ein Umformwerkzeug 2, das hier nur teilweise dargestellt ist und eine ebenfalls nur teilweise gezeigte Innenwandung 3 besitzt. An bzw. in dieser Innenwandung 3 sind wenigstens zwei Negativformen 4 und 5 ausgebildet, die jeweils für die Herstellung eines Werkstücks 6 bzw. 7 nach dem Innenhochdruck- oder Hydroumformverfahren  
30 dienen. In der Innenwandung 3 ist zwischen je zwei Negativformen 4, 5 ein Trennspalt 8 ausgebildet, der in der Umfangsrichtung der Werkstücke 6, 7 vollständig umläuft. Der Trennspalt 8 begrenzt die beiden Negativformen 4, 5 und ist seinerseits von zwei voneinander beabstandeten Schneidkanten 9

und 10 begrenzt. Die Schneidkanten 9 und 10 definieren dabei eine Spaltbreite oder Spaltweite 11 des Trennspalts 8.

Erfindungsgemäß sind die Schneidkanten 9, 10 an der Innenwand  
5 3 freiliegend angeordnet. Das heißt, der Trennspalt 8 ist offen und die Schneidkanten 9, 10 unterbrechen die Innenwandung 3 des Umformwerkzeugs 2.

10 In das Umformwerkzeug 2 ist ein Rohling 12 einlegbar, der üblicherweise ein Hohlprofil aufweist.

Die erfindungsgemäße Umform- und Trennvorrichtung 1 weist außerdem eine hier nicht gezeigte Zuführeinrichtung auf, mit deren Hilfe ein geeignetes Druckmittel, zweckmäßig eine Flüssigkeit, insbesondere ein Hydrauliköl, in den Rohling 12 hineingefördert und mit einem entsprechenden Hochdruck beaufschlagt werden kann. Des Weiteren ist zur Betätigung und Steuerung der Zuführeinrichtung regelmäßig eine entsprechende, ebenfalls nicht dargestellte Steuerung vorgesehen, die  
20 den Ablauf des Umform- und Trennvorgangs steuert.

Das erfindungsgemäße Umform- und Trennverfahren bzw. die erfindungsgemäße Umform- und Trennvorrichtung 1 arbeitet wie folgt:

25 Zunächst wird der Rohling 12 in das Umformwerkzeug 2 eingelegt. Anschließend wird die Zuführeinrichtung an den Rohling 12 angeschlossen. Im Anschluss daran kann nach dem Schließen des Umformwerkzeugs 2 im Rohling 12 ein Innenhochdruck aufgebaut werden.  
30

Gemäß Fig. 2 kommt es dabei zu einer Aufweitung des Rohlings 12, wobei naturgemäß eine Wandstärke 13 des Rohlings 12 abnimmt. Fig. 2 zeigt dabei denjenigen Zeitpunkt oder Zustand  
35 des Umform- und Trennvorgangs, bei dem der Rohling 12 so weit aufgeweitet ist, dass eine Außenkontur 14 des Rohlings 12 flächig an den Innenkonturen der Negativformen 4, 5 zur Anla-

ge kommt. Eine vollständige Anlage des Rohlings 12 mit seiner Außenkontur 14 an den Innenkonturen der Negativformen 4, 5 wird bei einem Kalibrierdruck  $P_K$  sicher erreicht. Beim Kalibrierdruck  $P_K$  werden somit in den Negativformen 4, 5 die Werkstücke 6, 7 ausgeformt. Beim Zustand gemäß Fig. 2 sind die ausgeformten Werkstücke 6, 7 jedoch noch über einen dazwischen angeordneten Abschnitt 15 einstückig aneinander ausgebildet bzw. miteinander verbunden.

10 Bei der Druckbeaufschlagung des Rohlings 12 kann es zweckmäßig sein, den Innenhochdruck stetig auf den Kalibrierdruck  $P_K$  zu erhöhen. Wichtig ist, dass gegen Ende des Umformvorgangs der Kalibrierdruck  $P_K$  erzeugt wird.

15 Der Trennspalt 8 ist bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung so auf den Kalibrierdruck  $P_K$  abgestimmt, dass beim Kalibrierdruck  $P_K$  der genannte Abschnitt 15 gemäß Fig. 3 in den Spalt 8 verdrängt wird und dementsprechend durch die Schneidkanten 9, 10 freigeschnitten wird. Der Abschnitt 15 ist geschlossen umlaufend, komplementär zum Trennspalt 8 geformt. Beim Kalibrierdruck  $P_K$  wird somit der zwischen den Werkstücken 6, 7 angeordnete Abschnitt 15 herausgetrennt, was gleichzeitig zu einer Trennung der beiden Werkstücke 6, 7 führt. Die Werkstücke 6, 7 liegen dann als separate, fertig geformte Bauteile im Umformwerkzeug 2. Bei dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich ein kombinierter Umform- und Trennvorgang für die simultane Herstellung von wenigstens den beiden Werkstücken 6, 7. Insbesondere kann auf eine spezielle Drucküberhöhung zum Trennen der Werkstücke 6, 7 verzichtet werden. Zum einen vereinfacht sich dadurch die Durchführung des Umform-/Trennverfahrens, zum anderen besitzt die Umform-/Trennvorrichtung 1 dadurch einen vereinfachten Aufbau, so dass sie preiswerter herstellbar ist.

35

Für die Auslegung des Umformwerkzeugs 2 wird zunächst der Kalibrierdruck  $P_K$  ermittelt, der erforderlich ist, um den Roh-



ling 12 mit seiner Außenseite 14 an den Negativformen 4, 5 vollständig zur Anlage zu bringen. Wenn dieser Kalibrierdruck  $P_K$  festliegt, wird die nach dem Umformen verbleibende Wandstärke 13 im Hohlprofil ermittelt. Aus der Restwandstärke 5 kann dann diejenige Scherkraft berechnet werden, die erforderlich ist, den Abschnitt 15 an den Schneidkanten 9, 10 von den Werkstücken 6, 7 abzutrennen. Mit Hilfe der Scherkraft kann dann anhand des Kalibrierdrucks  $P_K$  und des vorgegebenen Umfangs der Werkstücke 6, 7 im Bereich des Trennspalts 8 die 10 erforderliche Spaltweite 11 berechnet werden, bei welcher der Kalibrierdruck  $P_K$  das Ausschneiden des Abschnitts 15 bewirkt. Sobald die Spaltweite 11 des Trennspalts 8 festliegt, ergibt sich dadurch die Position der Negativformen 4, 5 beiderseits des Trennspalts 8 im Umformwerkzeug 2, sofern die Negativfor- 15 men 4, 5 jeweils an einer der Schneidkanten 9, 10 beginnen bzw. enden.

Es kann erforderlich sein, denn Trennspalt 8 über dem Umfang zu variieren, damit der Schneidvorgang möglichst gleichmäßig 20 verläuft.

Bei einer anderen, nicht bevorzugten Ausführungsform kann der Trennspalt 8 auch so dimensioniert sein, dass der Kalibrierdruck  $P_K$  nicht ausreicht, den Abschnitt 15 in den Trennspalt 8 auszutreiben bzw. den Abschnitt 15 herauszutrennen. Für den 25 Trennvorgang wird bei dieser Ausführungsform dann der Innendruck über den Kalibrierdruck  $P_K$  entsprechend erhöht.

DaimlerChrysler AG

Lierheimer

22.10.2003

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum simultanen Herstellen von wenigstens zwei  
voneinander getrennten Werkstücken 6, 7 mittels Innenhoch-  
druck- oder Hydroumformung,  
- bei dem ein Rohling (12) in ein Umformwerkzeug (2) einge-  
legt wird, das in seiner Innenwandung (3) wenigstens zwei  
10 Negativformen (4, 5) für jeweils eines der Werkstücke (6,  
7) sowie wenigstens einen, jeweils zwischen zwei Negativ-  
formen (4, 5) angeordneten, in Umfangsrichtung der Werk-  
stücke (6, 7) vollständig umlaufenden und durch zwei von-  
einander beabstandete Schneidkanten (9, 10) begrenzten  
15 Trennspalt (8) aufweist,  
- bei dem der Rohling (12) zum Umformen mit Innenhochdruck  
beaufschlagt wird und sich im Bereich der Negativformen (4,  
5) an die Innenwandung (3) anlegt,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
20 - dass die Schneidkanten (9, 10) beim Umformen freiliegen,  
- dass der Rohling (12) beim Umformen im Bereich des wenig-  
stens einen Spalts (8) in diesen eindringt, wobei die  
Schneidkanten (9, 10) jeweils zwischen zwei Werkstücken (6,  
7) einen Abschnitt (15) heraustrennen.  
25
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
- dass das Umformen zumindest gegen Ende mit einem Kalibrier-  
druck ( $P_K$ ) durchgeführt wird, der so gewählt ist, dass sich  
30 der Rohling (12) in den Negativformen (4, 5) vollständig an  
die Innenwandung (3) anlegt,

- dass eine Spaltweite (11) des Trennspalts (8) so dimensioniert ist, dass das Trennen der Werkstücke (6, 7) beim Kalibrierdruck ( $P_K$ ) erfolgt.

5 3. Vorrichtung zum simultanen Herstellen von wenigstens zwei voneinander getrennten Werkstücken (6, 7) mittels Innenhochdruck- oder Hydroumformung,

- mit einem Umformwerkzeug (2), in das ein Rohling (12) einlegbar ist und das in seiner Innenwandung (3) wenigstens  
10 zwei Negativformen (4, 5) für jeweils eines der Werkstücke (6, 7) sowie wenigstens einen, jeweils zwischen zwei Negativformen (4, 5) angeordneten, in Umfangsrichtung der Werkstücke (6, 7) vollständig umlaufenden und durch zwei voneinander beabstandete Schneidkanten (9, 10) begrenzten  
15 Trennspalt (8) aufweist,

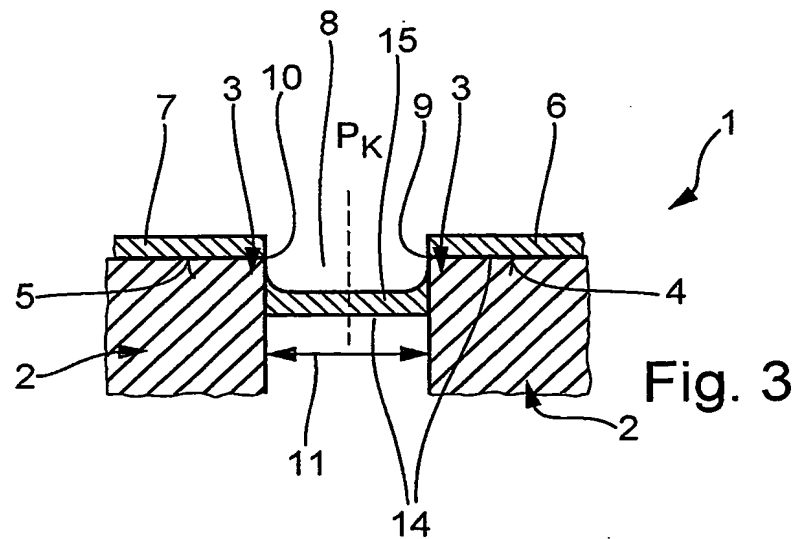
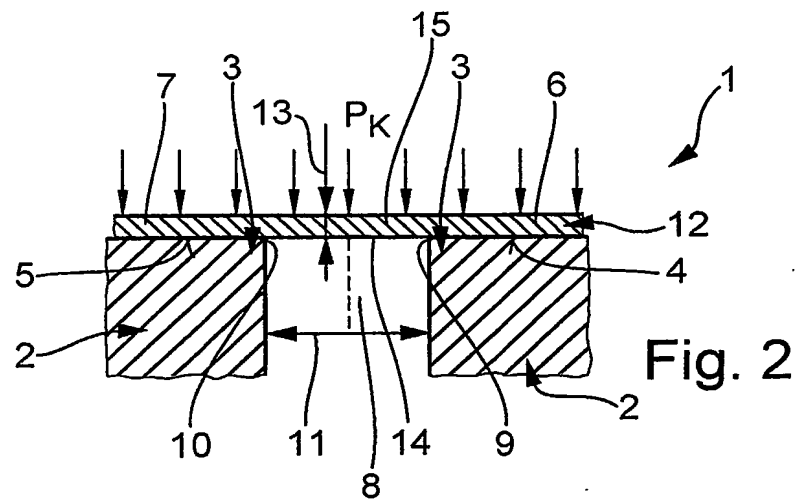
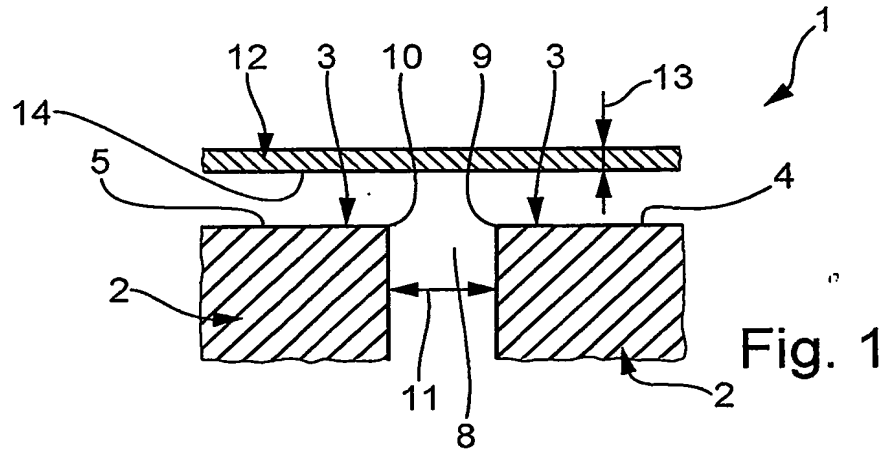
- mit einer Zuführeinrichtung zum Zuführen eines Druckmittels in den in das Umformwerkzeug (2) eingelegten Rohling hinein und zum Beaufschlagen des eingelegten Rohlings (12) mit Innenhochdruck, derart, dass sich der Rohling (12) im Bereich  
20 der Negativformen (4, 5) an die Innenwandung (3) anlegt,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- dass die Schneidkanten (9, 10) zumindest beim Umformen in der Innenwandung (3) freiliegend angeordnet sind,
- dass die Zuführeinrichtung den Rohling (12) so mit dem Innenhochdruck beaufschlägt, dass er im Bereich des wenigstens einen Spalts (8) in diesen eindringt, wobei die  
25 Schneidkanten (9, 10) jeweils zwischen zwei Werkstücken (6, 7) einen Abschnitt (15) heraustrennen.

30 4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
- dass eine Steuerung vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass sie die Zuführeinrichtung so ansteuert, dass das Umformen des Rohlings (12) zumindest gegen Ende mit einem Kalibrierdruck ( $P_K$ ) durchgeführt wird, der so gewählt ist,  
35 dass sich der Rohling (12) in den Negativformen (4, 5) vollständig an die Innenwandung (3) anlegt,

- dass eine Spaltweite (11) des Trennspalts (8) so dimensioniert ist, dass das Trennen der Werkstücke (6, 7) beim Kalibrierdruck ( $P_K$ ) erfolgt.



DaimlerChrysler AG

Lierheimer

22.10.2003

Zusammenfassung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum simultanen Herstellen von wenigstens zwei voneinander getrennten Werkstücken (6, 7) mittels Innenhochdruckumformung. Dabei wird ein Rohling in ein Umformwerkzeug (2) eingelegt, das in seiner Innenwand (3) wenigstens zwei Negativformen (4, 5) für  
10 jeweils eines der Werkstücke (6, 7) sowie wenigstens einen, jeweils zwischen zwei Negativformen (4, 5) angeordneten, in Umfangsrichtung der Werkstücke (6, 7) vollständig umlaufenden und durch zwei voneinander beabstandete Schneidkanten (9, 10) begrenzten Trennspalt (8) aufweist. Der Rohling wird zum Um-  
15 formen mit Innenhochdruck beaufschlagt, wobei er sich im Bereich der Negativformen (4, 5) an die Innenwandung (3) anlegt.

Ein besonders einfacher Aufbau ergibt sich für das Umformwerkzeug (2) dann, wenn die Schneidkanten (9, 10) beim Umformen freiliegen und wenn der Rohling beim Umformen im Bereich des wenigstens einen Trennspalts (8) in diesen eindringt, wobei die Schneidkanten (9, 10) jeweils zwischen zwei Werkstücken (6, 7) einen Abschnitt (15) heraustrennen.

25

(Fig. 3)

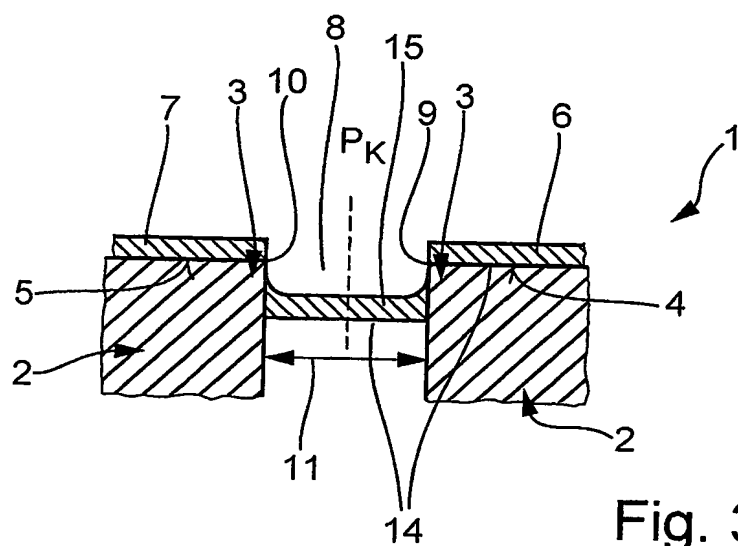


Fig. 3